

2 : APR 2005

PCT/JP 2004/012375

10/53269

#3  
27.08.2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JP 04/12375

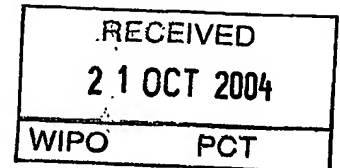
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 9月 1日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-309040  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-309040]

出願人 日本電信電話株式会社  
Applicant(s):



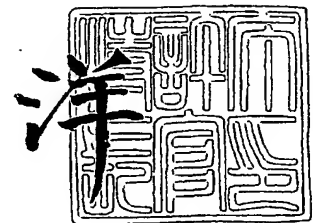
PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Best Available Copy

2004年10月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3090301

【書類名】 特許願  
【整理番号】 NTTH155904  
【提出日】 平成15年 9月 1日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04L 12/40  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内  
    【氏名】 八木 毅  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内  
    【氏名】 松井 健一  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内  
    【氏名】 村山 純一  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000004226  
    【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100064621  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 山川 政樹  
    【電話番号】 03-3580-0961  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100067138  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 黒川 弘朗  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100098394  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 山川 茂樹  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 006194  
    【納付金額】 21,000円  
【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成14年度通信・放送機構、テラビット級スーパーネットワークの研究開発、産業活力再生特別措置法第30条の適用をうけるもの）  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0205287

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項1】**

ネットワークに接続され、カプセル化された上位レイヤパケットを含む下位レイヤフレームを転送する複数のパケット転送装置と、

前記ネットワークを介して前記パケット転送装置間の下位レイヤフレームの転送を仲介する少なくとも1つのフレーム転送装置と、

前記パケット転送装置および前記フレーム転送装置とに接続され、前記パケット転送装置および前記フレーム転送装置に指示を与えることにより、前記ネットワーク中の下位レイヤフレームの通信経路を制御するネットワーク制御サーバと

を有するパケット通信ネットワークシステムにおいて、

前記パケット転送装置は、

受信した下位レイヤフレームから下位レイヤの送信元アドレスと宛先アドレスとからなる下位レイヤアドレス対を抽出する抽出手段と、

受信した下位レイヤフレームの送出先を対応する前記宛先アドレスごとに登録した第1のテーブルと、

前記抽出部が抽出した下位レイヤアドレス対の数量を、下位レイヤアドレス対の種類ごとにカウントする第1のカウントと、

この第1のカウントにより、所定時間内に所定のしきい値を超えてカウントされた下位レイヤアドレス対を表す第1の情報を、前記フレーム転送装置に送信する第1の送信手段と

を備え、

前記フレーム転送装置は、

受信した下位レイヤフレームの転送先を、この下位レイヤフレームに含まれる宛先アドレスごとに登録した第2のテーブルと、

転送した下位レイヤフレームの数量を、前記パケット転送装置から受信した前記第1の情報に含まれる下位レイヤアドレス対の種類ごとにカウントする第2のカウントと、

この第2のカウントにより、所定時間内に所定のしきい値を超えてカウントされた下位レイヤアドレス対に関する第2の情報を前記ネットワーク制御サーバに送信する第2の送信手段と

を備え、

前記ネットワーク制御サーバは、

前記第2の情報を受信すると、この第2の情報から前記送信元アドレスおよび前記宛先アドレスを抽出し、前記送信元アドレスと前記宛先アドレスとの間の前記ネットワーク中の通信経路を最適化する計算を行う計算手段と、

この計算結果に基づいて、前記第1のテーブルおよび前記第2のテーブルに登録された下位レイヤフレームの送出先を登録変更する変更手段と

を有することを特徴とするパケット通信ネットワークシステム。

**【請求項2】**

ネットワークに接続され、カプセル化された上位レイヤパケットを含む下位レイヤフレームを転送する複数のパケット転送装置と、

前記ネットワークを介して前記パケット転送装置間の下位レイヤフレームの転送を仲介する少なくとも1つのフレーム転送装置と、

前記パケット転送装置および前記フレーム転送装置とに接続され、前記パケット転送装置および前記フレーム転送装置に指示を与えることにより、前記ネットワーク中の下位レイヤフレームの通信経路を制御するネットワーク制御サーバと

を有するパケット通信ネットワークシステムにおいて、

受信した下位レイヤフレームから下位レイヤの送信元アドレスと宛先アドレスとからなる下位レイヤアドレス対を抽出する抽出手段と、

前記抽出部が抽出した下位レイヤアドレス対の数量を、下位レイヤアドレス対の種類ごとにカウントするカウントと、

このカウンタにより、所定時間内に所定のしきい値を超えてカウントされた下位レイヤアドレス対を表す第1の情報を、前記フレーム転送装置に送信する送信手段とを有することを特徴とするパケット転送装置。

【請求項3】

請求項2記載のパケット転送装置において、  
前記送信手段は、

前記フレーム転送装置に前記第1の情報を送信する場合、前記第1の情報に含まれる前記下位レイヤアドレス対の送信元アドレスに対して、前記フレーム情報に含まれる前記宛先アドレスと、この宛先アドレスに対応する上位レイヤの宛先アドレスとに関する情報を送信する

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項4】

ネットワークに接続され、カプセル化された上位レイヤパケットを含む下位レイヤフレームを転送する複数のパケット転送装置と、

前記ネットワークを介して前記パケット転送装置間の下位レイヤフレームの転送を仲介する少なくとも1つのフレーム転送装置と、

前記パケット転送装置および前記フレーム転送装置とに接続され、前記パケット転送装置および前記フレーム転送装置に指示を与えることにより、前記ネットワーク中の下位レイヤフレームの通信経路を制御するネットワーク制御サーバと

を有するパケット通信ネットワークシステムにおいて、

転送した下位レイヤフレームの数量を、前記パケット転送装置からカウントするよう指示された下位レイヤアドレス対の種類ごとにカウントするカウンタと、

このカウンタにより、所定時間内に所定のしきい値を超えてカウントされた下位レイヤアドレス対を表す第2の情報を前記ネットワーク制御サーバに送信する送信手段と

を有することを特徴とするフレーム転送装置。

【請求項5】

請求項4記載のフレーム転送装置において、

所定時間内にカウント値が増加しない任意の下位レイヤアドレス対のエントリを前記カウンタから削除するカウント処理手段

をさらに備えることを特徴とするフレーム転送装置。

【請求項6】

ネットワークに接続され、カプセル化された上位レイヤパケットを含む下位レイヤフレームを転送する複数のパケット転送装置と、

前記ネットワークを介して前記パケット転送装置間の下位レイヤフレームの転送を仲介する少なくとも1つのフレーム転送装置と、

前記パケット転送装置および前記フレーム転送装置とに接続され、前記パケット転送装置および前記フレーム転送装置に指示を与えることにより、前記ネットワーク中の下位レイヤフレームの通信経路を制御するネットワーク制御サーバと

を有するパケット通信ネットワークシステムにおいて、

前記フレーム転送装置から任意の送信元アドレスおよび宛先アドレスを表す第2の情報を受信すると、前記送信元アドレスと前記宛先アドレスとの間の前記ネットワーク中の通信経路を最適化する計算を行う計算手段と、

前記計算結果に基づき、前記送信元アドレスと前記宛先アドレスとの間に含まれる前記パケット転送装置および前記フレーム転送装置に、下位レイヤフレームの送出先の変更する指示をだす変更手段と

を有することを特徴とするネットワーク制御サーバ。

**【書類名】明細書**

**【発明の名称】** パケット通信ネットワークシステム、パケット転送装置、フレーム転送装置およびネットワーク制御サーバ

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、トラヒック需要に応じて経路を割り当てるトラヒックエンジニアリング技術に関するものである。

**【背景技術】**

**【0002】**

一般に、パケット転送ネットワークシステムでは、送信元のパケット転送装置と宛先のパケット転送装置との間を転送するフレームの転送頻度をカウントし、この転送頻度に応じて経路を割り当てるトラヒックエンジニアリング技術により、パケット転送ネットワークのトラヒック収容効率の向上を図っている。従来のトラヒックエンジニアリング技術では、パケット転送装置の転送負荷および経路の管理負荷を削減し、かつ、ネットワークの転送品質を向上させるために、フレーム転送頻度のカウントを全パケット転送装置間を接続するフレーム転送装置で行い、このフレーム転送装置のトラヒック負荷に応じてパケット転送装置間の経路の再割り当てをしていた。この方法は、パケット転送装置がフレーム転送頻度を監視することなく、フレーム転送装置のトラヒック負荷を分散させることを可能とする。ここで、フレーム転送装置には、全てのパケット転送装置間のフレーム転送頻度をカウントするために、全てのパケット転送装置間のアドレスが記録されたテーブルが設けられている。このテーブルのエントリは、オペレータによりプロビジョニング的に設定される。

なお、出願人は、本明細書に記載した先行技術文献情報で特定される先行技術文献以外には、本発明に関連する先行技術文献を出願時までに発見するに至らなかった。

**【非特許文献1】** 村山純一、八木毅、辻本孝博、桜井俊之、松井健一、住本順一、金田昌樹、松田和浩、石井啓之、テラビット級スーパーネットワーク(TSN)の研究開発、社団法人電子情報通信学会、2003年電子情報通信学会総合大会、B-7-82(2003年3月)

**【非特許文献2】** 辻本孝博、八木毅、村山純一、松田和浩、石井啓之、TSNにおける光カットスルー方式の評価、社団法人電子情報通信学会、2003年電子情報通信学会総合大会、B-7-82(2003年3月)

**【非特許文献3】** 松井健一、桜井俊之、金田昌樹、村山純一、石井啓之、テラビット級スーパーネットワークにおけるマルチレイヤトラヒックエンジニアリングの検討、社団法人電子情報通信学会技術報告、NS2002-316、IN2002-289、p297-302(2003年3月)

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】**

**【0003】**

しかしながら、従来の方法では、全てのパケット転送装置間のカウントを行うため、フレーム転送装置のテーブルに全てのパケット転送装置間のアドレスをエントリしなければならなかった。このエントリ数は計測対象のパケット転送装置の数の2倍必要となるため、ネットワークの規模が拡大すると、フレーム転送装置のテーブルのエントリ数も増大し、フレーム転送装置の経路管理負荷が増大してしまう。このフレーム転送装置の経路管理負荷の増大は、トラヒックエンジニアリングを行う際の処理速度を低下させ、フレーム転送装置に過度の転送負荷をかけることになり、結果としてフレーム転送装置の転送性能を低下させてしまう。

そこで、本発明は、上述したような問題を解決するためになされたものであり、トラヒックエンジニアリングの効率を向上させることができるパケット通信ネットワークシステム、パケット転送装置、フレーム転送装置およびネットワーク制御サーバを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

上述したような課題を解決するために、本発明にかかるパケット通信ネットワークシステムは、ネットワークに接続され、カプセル化された上位レイヤパケットを含む下位レイヤフレームを転送する複数のパケット転送装置と、ネットワークを介してパケット転送装置間の下位レイヤフレームの転送を仲介する少なくとも1つのフレーム転送装置と、パケット転送装置およびフレーム転送装置とに接続され、パケット転送装置およびフレーム転送装置に指示を与えることにより、ネットワーク中の下位レイヤフレームの通信経路を制御するネットワーク制御サーバとを有するパケット通信ネットワークシステムにおいて、パケット転送装置は、受信した下位レイヤフレームから下位レイヤの送信元アドレスと宛先アドレスとからなる下位レイヤアドレス対を抽出する抽出手段と、受信した下位レイヤフレームの送出先を対応する宛先アドレスごとに登録した第1のテーブルと、抽出部が抽出した下位レイヤアドレス対の数量を、下位レイヤアドレス対の種類ごとにカウントする第1のカウントと、この第1のカウントにより、所定時間内に所定のしきい値を超えてカウントされた下位レイヤアドレス対を表す第1の情報を、フレーム転送装置に送信する第1の送信手段とを備え、フレーム転送装置は、受信した下位レイヤフレームの転送先を、この下位レイヤフレームに含まれる宛先アドレスごとに登録した第2のテーブルと、転送した下位レイヤフレームの数量を、パケット転送装置から受信した第1の情報に含まれる下位レイヤアドレス対の種類ごとにカウントする第2のカウントと、この第2のカウントにより、所定時間内に所定のしきい値を超えてカウントされた下位レイヤアドレス対に関する第2の情報をネットワーク制御サーバに送信する第2の送信手段とを備え、ネットワーク制御サーバは、第2の情報を受信すると、この第2の情報から送信元アドレスおよび宛先アドレスを抽出し、送信元アドレスと宛先アドレスとの間のネットワーク中の通信経路を最適化する計算を行う計算手段と、この計算結果に基づいて、第1のテーブルおよび第2のテーブルに登録された下位レイヤフレームの送出先を登録変更する変更手段とを有することを特徴とする。

## 【0005】

また、本発明にかかるパケット転送装置は、ネットワークに接続され、カプセル化された上位レイヤパケットを含む下位レイヤフレームを転送する複数のパケット転送装置と、ネットワークを介してパケット転送装置間の下位レイヤフレームの転送を仲介する少なくとも1つのフレーム転送装置と、パケット転送装置およびフレーム転送装置とに接続され、パケット転送装置およびフレーム転送装置に指示を与えることにより、ネットワーク中の下位レイヤフレームの通信経路を制御するネットワーク制御サーバとを有するパケット通信ネットワークシステムにおいて、受信した下位レイヤフレームから下位レイヤの送信元アドレスと宛先アドレスとからなる下位レイヤアドレス対を抽出する抽出手段と、抽出部が抽出した下位レイヤアドレス対の数量を、下位レイヤアドレス対の種類ごとにカウントするカウントと、このカウントにより、所定時間内に所定のしきい値を超えてカウントされた下位レイヤアドレス対を表す第1の情報を、フレーム転送装置に送信する送信手段とを有することを特徴とする。

## 【0006】

上記パケット転送装置において、送信手段は、フレーム転送装置に第1の情報を送信する場合、第1の情報に含まれる下位レイヤアドレス対の送信元アドレスに対して、フレーム情報に含まれる宛先アドレスと、この宛先アドレスに対応する上位レイヤの宛先アドレスとに関する情報を送信するようにしてもよい。

## 【0007】

また、本発明にかかるフレーム転送装置は、ネットワークに接続され、カプセル化された上位レイヤパケットを含む下位レイヤフレームを転送する複数のパケット転送装置と、ネットワークを介してパケット転送装置間の下位レイヤフレームの転送を仲介する少なくとも1つのフレーム転送装置と、パケット転送装置およびフレーム転送装置とに接続され、パケット転送装置およびフレーム転送装置に指示を与えることにより、ネットワーク中

の下位レイヤフレームの通信経路を制御するネットワーク制御サーバとを有するパケット通信ネットワークシステムにおいて、転送した下位レイヤフレームの数量を、パケット転送装置からカウントするよう指示された下位レイヤアドレス対の種類ごとにカウントするカウンタと、このカウンタにより、所定時間内に所定のしきい値を超えてカウントされた下位レイヤアドレス対を表す第2の情報をネットワーク制御サーバに送信する送信手段とを有することを特徴とする。

#### 【0008】

上記フレーム転送装置において、所定時間内にカウント値が増加しない任意の下位レイヤアドレス対のエントリをカウンタから削除するカウント処理手段をさらに備えるようにしてもよい。

#### 【0009】

また、本発明にかかるネットワーク制御サーバは、ネットワークに接続され、カプセル化された上位レイヤパケットを含む下位レイヤフレームを転送する複数のパケット転送装置と、ネットワークを介してパケット転送装置間の下位レイヤフレームの転送を仲介する少なくとも1つのフレーム転送装置と、パケット転送装置およびフレーム転送装置とに接続され、パケット転送装置およびフレーム転送装置に指示を与えることにより、ネットワーク中の下位レイヤフレームの通信経路を制御するネットワーク制御サーバとを有するパケット通信ネットワークシステムにおいて、フレーム転送装置から任意の送信元アドレスおよび宛先アドレスを表す第2の情報を受信すると、送信元アドレスと宛先アドレスとの間のネットワーク中の通信経路を最適化する計算を行う計算手段と、計算結果に基づき、送信元アドレスと宛先アドレスとの間に含まれるパケット転送装置およびフレーム転送装置に、下位レイヤフレームの送出先の変更する指示をだす変更手段とを有することを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

本発明によれば、パケット転送装置において所定回数以上カウントされた下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームについて、フレーム転送装置で転送頻度をカウントするようにしたので、モニタリングする下位レイヤアドレス対の数量を必要最低限に抑制でき、結果としてトラヒックエンジニアリングの効率を向上させることが可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本実施の形態にかかるパケット転送ネットワークシステムの構成を示す図である。

パケット転送ネットワークシステム1は、下位レイヤフレームにカプセル化された上位レイヤパケットを転送するパケット転送装置2a～2eと、パケット転送装置2間の下位レイヤフレームの転送を仲介するフレーム転送装置3a, 3bと、これらのパケット転送装置2およびフレーム転送装置3を制御するネットワーク制御サーバ4とから構成され、ユーザインタフェースとなる各端末5a～5hは、各ユーザ網6a～6dを介してパケット転送装置2a～2dに収容されている。ここで、各パケット転送装置2a～2e間は、パケット転送装置2eを経由して接続される場合も、フレーム転送装置3a, 3b経由で直接接続される場合もある。

#### 【0012】

図2は、本実施の形態にかかるパケット転送装置の構成を示すブロック図である。

パケット転送装置2は、受信フレーム処理部21と、パケット処理部22と、フォーディングテーブル処理部23と、送信フレーム処理部24と、送信元フレームアドレス抽出部25と、フレーム送信宛先変更処理部26と、アドレス解決情報抽出部27と、フレーム送信宛先変更通知部28と、モニタリングテーブルエントリ情報通知部29とを有する。

#### 【0013】

受信フレーム処理部21は、受信した下位レイヤフレームから上位レイヤパケットを抽

出し、パケット処理部 22 に送出する。また、受信フレーム処理部 21 は、受信した下位レイヤフレームが SNMP (Simple Network Management Protocol) 設定要求および SNMP 参照要求であった場合、その下位レイヤフレームをフォワーディングテーブル処理部 23 に送出する。

#### 【0014】

パケット処理部 22 は、受信フレーム処理部 21 が抽出した上位レイヤパケットから宛先アドレスを抽出し、フォワーディングテーブル処理部 23 に送出する。

また、パケット処理部 22 は、受信フレーム処理部 21 が抽出した上位レイヤパケットを送信フレーム処理部 24 に送出する。

#### 【0015】

フォワーディングテーブル処理部 23 は、例えば図 6 に示すようなフォワーディングテーブル 23a を有する。このフォワーディングテーブル 23a には、上位レイヤパケットが有する上位レイヤ宛先アドレスと、この上位レイヤ宛先アドレスに対応する下位レイヤ宛先アドレスおよび出力リンクが登録されている。

フォワーディングテーブル処理部 23 は、上述したようなフォワーディングテーブル 23a を参照して、パケット処理部 22 が抽出した上位レイヤ宛先アドレスに対応する下位レイヤ宛先アドレスおよび出力リンクを検出する。

また、フォワーディングテーブル処理部 23 は、ネットワーク制御サーバ 4 から受信フレーム処理部 21 が SNMP 参照要求を受信すると、フォワーディングテーブル 23a の情報を記述した SNMP 参照応答を、SNMP 参照要求の送信元のネットワーク制御サーバ 4 宛に生成し、送信フレーム処理部 24 に送出する。

また、フォワーディングテーブル処理部 23 は、SNMP 設定要求を受信すると、SNMP 設定要求の情報に従ってフォワーディングテーブル 23a を書き換え、その SNMP 設定要求の送信元のネットワーク制御サーバ 4 宛に生成した SNMP 設定応答を、送信フレーム処理部 24 に送出する。

#### 【0016】

送信フレーム処理部 24 は、受信フレーム処理部 21 が抽出した上位レイヤパケットを、送信元アドレスを受信フレーム処理部 21 で受信した際の下位レイヤフレームの送信元アドレス、宛先アドレスをフォワーディングテーブル処理部 23 で検出した下位レイヤ宛先アドレスとした下位レイヤフレームに再カプセル化し、その下位レイヤ宛先アドレスに対応するリンクに出力する。

また、送信フレーム処理部 24 は、フォワーディングテーブル処理部 23 が生成した SNMP 参照応答および SNMP 設定応答を、これらの宛先となるネットワーク制御サーバ 4 へ送出する。

#### 【0017】

送信元フレームアドレス抽出部 25 は、受信フレーム処理部 21 が受信した下位レイヤフレームから、このフレームの下位レイヤ送信元アドレスを抽出し、フレーム送信宛先変更通知部 28 へ送出する。

なお、抽出した下位レイヤ送信元アドレスがユーザ網 6 のアドレスの場合、送信元フレームアドレス抽出部 25 は、そのフレームのヘッダに関する情報を廃棄し、フレーム送信宛先変更通知部 28 にその抽出した下位レイヤ送信元アドレスを送出しない。

#### 【0018】

フレーム送信宛先変更処理部 26 は、他のパケット転送装置 2 のフレーム送信宛先変更通知部 28 から後述する変更通知を受信すると、フォワーディングテーブル 23a に既に登録されているその通知により示された上位レイヤ宛先アドレスに対応する下位レイヤ宛先アドレスを、その通知により示された下位レイヤ宛先アドレスに登録変更する。

#### 【0019】

アドレス解決情報抽出部 27 は、フォワーディングテーブル処理部 23 により検出された下位レイヤ宛先アドレスを、フレーム送信宛先変更通知部 28 へ送出する。

なお、検出された下位レイヤ宛先アドレスがユーザ網 6 のアドレスの場合、アドレス解



決情報抽出部 27 は、その下位レイヤ宛先アドレスをフレーム送信宛先変更通知部 28 に送出しない。

#### 【0020】

フレーム送信宛先変更通知部 28 は、例えば図 7 に示すようなテーブルを有する通過パケット数カウンタ処理部 28a を備える。

この通過パケット数カウンタ処理部 28a は、送信元フレームアドレス抽出部 25 から受信する下位レイヤ送信元アドレスと、アドレス解決情報抽出部 27 から受信する下位レイヤ宛先アドレスとの対（下位レイヤアドレス対）を受信した回数を測定する。ここで、対となる下位レイヤ送信元アドレスと下位レイヤ宛先アドレスとは、受信フレーム処理部 21 が受信した同一の下位レイヤフレームから抽出された下位レイヤ送信元アドレスと下位レイヤ宛先アドレスとのことを意味する。

通過パケットカウンタ部 28a が有するテーブルには、図 7 によく示されるように、下位レイヤアドレス対に対応する通過パケット数カウンタおよびタイマが備えられている。該当する下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの転送が確認されるごとにカウンタは 1 単位加算され、初期値が例えば 60 秒のタイマが 0 となった際にカウンタが 0 にリセットされる。カウンタがリセットされた場合、タイマは初期値にリセットされる。

#### 【0021】

このような通過パケット数カウンタ処理部 28a を有するフレーム送信宛先変更通知部 28 は、通過パケット数カウンタ処理部 28a において予め設定したしきい値以上カウンタされた下位レイヤアドレス対をモニタリングテーブルエントリ情報通知部 29 に通知し、当該下位レイヤアドレス対に対応する上位レイヤ宛先アドレスと下位レイヤ宛先アドレスとを、当該下位レイヤアドレス対の下位レイヤ送信元アドレスに宛てて送信フレーム処理部 24 から送信する（フレーム送信宛先変更通知フレーム）。

なお、送信元フレームアドレス抽出部 25 からの下位レイヤ送信元アドレスまたはアドレス解決情報抽出部 27 からの下位レイヤ宛先アドレスのいずれか一方のみを受信した場合、送信元フレームアドレス抽出部 25 は、受信した下位レイヤ送信元アドレスまたは下位レイヤ宛先アドレスを廃棄する。

また、通過パケット数カウンタ処理部 28a のしきい値およびタイマの計測時間は、適宜自由に設定することができる。なお、本実施の形態では、タイマを 60 秒、一定回数を 1000 回と設定する。

#### 【0022】

モニタリングテーブルエントリ情報通知部 29 は、フレーム送信宛先変更通知部 28 から通知された下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの通過回数をカウントするモニタリングエントリの追加を指示する SNMP 設定要求を、予め設定された特定のフレーム転送装置 3 に送出する。

これにより、パケット転送装置 2 は、パケット転送頻度がしきい値以上の下位レイヤアドレス対を特定し、フレーム転送装置 3 に通知することが可能となる。

また、下位レイヤ送信元アドレスに該当するフレーム転送装置 3 と、通知した下位レイヤ宛先アドレスに該当するフレーム転送装置 3 との間で、直接にパケットを転送させることも可能になる。

#### 【0023】

図 3 は、本実施の形態にかかるフレーム転送装置 3 の構成を示すブロック図である。本実施の形態にかかるフレーム転送装置 3 は、下位レイヤアドレス抽出部 31 と、フォーワーディング処理部 32 と、送信フレーム処理部 33 と、通過フレームカウンタ処理部 34 と、外部装置接続処理部 35 とを有する。

#### 【0024】

下位レイヤアドレス抽出部 31 は、受信した下位レイヤフレームから下位レイヤアドレス対、すなわち下位レイヤ送信元アドレスおよび下位レイヤ宛先アドレスを抽出する。

フォーワーディング処理部 32 は、下位レイヤ宛先アドレスと出力リンクとの対応が記録されたフレーム転送テーブル 32a を有し、このフレーム転送テーブル 32a を参照して

、受信した下位レイヤフレームの下位レイヤ宛先アドレスに対応する出力リンクを検出する。

送信フレーム処理部33は、受信した下位レイヤフレームをフォワーディング処理部32で検出した出力リンクへ送出する。

#### 【0025】

通過フレームカウント処理部34は、例えば図8に示すような、所定の下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの数をカウントするカウンタとおよびそのカウント時間を設定するタイマとからなるモニタリングエントリが登録されたモニタリングテーブル34aを有する。

このような通過フレームカウント処理部34は、下位レイヤアドレス抽出部31により下位レイヤアドレス対が抽出されると、この下位レイヤアドレス対に対応するモニタリングエントリのカウンタ値を1単位加算する。

また、モニタリングエントリのタイマにより計測される所定の時間の間にカウンタがされなかった、すなわち所定時間におけるカウンタ値が0のモニタリングエントリをモニタリングテーブル34aから削除する。また、モニタリングエントリのカウンタ値が所定回数に達すると、このモニタリングエントリに対応する下位レイヤアドレス対を、ネットワーク制御サーバ4に送信するよう外部装置接続処理部35に指示を出す。

初期値が例えば600秒のタイマが0となった場合、カウンタは0にリセットされ、カウンタがリセットされたときにタイマは初期値にリセットされる。

なお、タイマの初期値、カウンタのしきい値等は、適宜自由に設定することができる。

#### 【0026】

外部装置接続処理部35は、パケット転送装置2およびネットワーク制御サーバ4からモニタリングエントリの追加や削除に関する指示を受信すると、この指示に基づいて通過フレームカウント処理部34のモニタリングテーブル34aのモニタリングエントリの追加や削除を行う。また、ネットワーク制御サーバ4からフレーム転送テーブル32aのエントリの追加や削除に関する指示を受信すると、フレーム転送テーブル32aのエントリの追加や削除を行う。また、通過フレームカウント処理部34から下位レイヤアドレス対に関する情報を受信すると、この情報をネットワーク制御サーバ4へ送出する。

#### 【0027】

なお、本実施の形態では、外部装置接続処理部35は、SNMPを実装しており、パケット転送装置2またはネットワーク制御サーバ4からSNMP参照要求やSNMP設定要求を受信すると、これらからモニタリングエントリの追加や削除に関する情報を取得する。また、SNMPイベント通知により、通過フレームカウント処理部34から受信した下位レイヤアドレス対に関する情報をネットワーク制御サーバ4へ送出する。

これにより、フレーム転送装置3は、パケット転送装置2から通知された転送頻度がしきい値以上の下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームをカウントし、その下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの転送頻度が所定の値を超えると、この旨をネットワーク制御サーバ4に通知することが可能となる。

また、下位レイヤアドレス対を有するフレーム転送頻度をカウントするモニタリングテーブルにおいて、一定時間通信が確認されなかった下位レイヤアドレス対に対応するモニタリングエントリを削除することも可能となる。

#### 【0028】

図4は、本実施の形態にかかるネットワーク制御サーバの構成を示すブロック図である。ネットワーク制御サーバ4は、外部装置制御処理部41と、トラヒック情報収集部42と、経路最適化計算処理部43と、経路情報変更通知部44とを有する。

#### 【0029】

外部装置制御処理部41は、フレーム転送装置3から受信した通過フレーム数の多い下位レイヤアドレス対に関する情報をトラヒック情報収集部42に送出する。また、経路情報変更通知部44から受信したパケット転送装置2のフォワーディングテーブル23aのエントリおよびフレーム転送装置3のフレーム転送テーブル32aのエントリの追加や削

除に関する指示およびフレーム転送装置 3 のモニタリングエントリの追加や削除に関する指示を、それぞれに送出する。

なお、本実施の形態では、外部装置制御処理部 35 は SNMP を実装しており、パケット転送装置 2 およびフレーム転送装置 3 に対して SNMP 参照要求または SNMP 設定要求を送信することにより、パケット転送装置 2 のフォワーディングテーブル 23a、フレーム転送装置 3 のフレーム転送テーブル 32a やモニタリングテーブル 34a のエントリの参照、追加および削除を可能とする。

#### 【0030】

トラヒック情報収集部 42 は、フレーム転送装置 3 から受信する通過フレーム数の多い下位レイヤアドレス対に関する情報を記憶する。また、各パケット転送装置 2 および各フレーム転送装置 3 に SNMP 参照要求を送信し、各パケット転送装置 2 および各フレーム転送装置 3 から返信される SNMP 参照応答により得られる各パケット転送装置 2 のフォワーディングテーブル 23a 並びに各フレーム転送装置 3 のフレーム転送テーブル 32a およびモニタリングテーブル 34a に関する情報を記憶する。

#### 【0031】

経路最適化計算処理部 43 は、トラヒック情報収集部 42 に記憶された情報に基づいて、通過フレームの多い下位レイヤアドレス対の間に割り当てるべき経路を決定するための経路計算を行う。

#### 【0032】

経路情報変更通知部 44 は、経路最適化計算処理部 43 が算出した経路を記憶する。また、経路最適化計算処理部 43 の計算結果により、変更されることになる経路上に位置するフレーム転送装置 3 の通過フレームカウント処理部 34 に、その削除経路の下位レイヤアドレス対のモニタリングエントリを削除する指示を生成し、外部装置制御処理部 41 に送出する。また、経路最適化計算処理部 43 により算出された経路上のフレーム転送装置 3 のフォワーディング処理部 32 に、フレーム転送テーブル 32a にその追加経路の下位レイヤ宛先アドレスと出力リンクに関するエントリを追加し、かつ、そのフレーム転送装置 3 の通過フレームカウント処理部 34 に対して、その経路の下位レイヤアドレス対に対してモニタリングエントリを追加する指示を生成し、外部装置制御処理部 41 に送出する。また、経路最適化計算処理部 43 により算出された経路上のパケット転送装置 2 のフォワーディングテーブル処理部 23 に対して、フォワーディングテーブル 23a に、その追加経路の下位レイヤ宛先アドレスに対応する出力リンクを計算結果に基づいて書き換える指示を生成し、外部装置制御処理部 41 に送出する。

これにより、ネットワーク制御サーバ 4 は、フレーム転送装置 3 のモニタリングテーブル 34a のエントリの追加および削除が可能となる。

#### 【0033】

次に、図 2 を参照して、本実施の形態にかかるパケット転送装置 2 の動作について説明する。

ここで、パケット転送装置 2 の動作を大別すると、フレーム転送動作、フレーム送信宛先変更動作およびフォワーディングテーブル更新動作に分けることができる。それぞれについて以下に説明する。

#### 【0034】

まず、フレーム転送動作について説明する。

パケット転送装置 2 の受信フレーム処理部 21 は、前のホップの任意のパケット転送装置 2 から転送されてきた下位レイヤフレームを受信すると、当該下位レイヤフレームのヘッダを送信元フレームアドレス抽出部 25 に、また、当該下位レイヤフレームのペイロードをパケット処理部 22 へ送出する。

#### 【0035】

受信フレーム処理部 21 から上位レイヤパケットとして下位レイヤフレームのペイロードを受信すると、パケット処理部 22 は、当該上位レイヤパケットの宛先アドレスを抽出し、フォワーディングテーブル処理部 23 に送出する。

パケット処理部 22 から上位レイヤパケットの宛先アドレスを受信すると、フォワーディングテーブル処理部 23 は、フォワーディングテーブル 23a を検索し、その上位レイヤパケットを転送すべき次のホップのパケット転送装置 2 の下位レイヤ宛先アドレスを検出する。この検出結果および上位レイヤ宛先アドレス（アドレス解決情報）は、パケット処理部 22 に送出されるとともに、アドレス解決情報抽出部 23 に送信される。

フォワーディングテーブル処理部 23 からアドレス解決情報を受信すると、パケット処理部 22 は、このアドレス解決情報とともに上位レイヤパケットを送信フレーム処理部 24 へ送出する。

送信フレーム処理部 24 は、パケット処理部 22 から受信した上位レイヤパケットをペイロードとし、その上位レイヤパケットと同時に送られてきたアドレス解決情報に含まれる下位レイヤ宛先アドレスから下位レイヤフレームヘッダを作成し、当該ペイロードと当該下位レイヤフレームヘッダとからなる下位レイヤフレームを、次のホップのパケット転送装置 2 に送出する。

#### 【0036】

次に、フレーム送信宛先変更動作について説明する。

送信元フレームアドレス抽出部 25 は、受信フレーム処理部 21 から下位レイヤフレームのヘッダを受信すると、このヘッダから当該下位レイヤフレームの送信元のアドレス、すなわち下位レイヤ送信元アドレスを抽出する。この抽出した下位レイヤ送信元アドレスがユーザ網 6 を経由するアドレスではない場合、送信元フレームアドレス抽出部 25 は、当該下位レイヤ送信元アドレスをフレーム送信宛先変更通知部 28 へ送出する。

また、アドレス解決情報抽出部 27 は、フォワーディングテーブル処理部 23 からアドレス解決情報を受信すると、このアドレス解決情報に含まれる下位レイヤ宛先アドレスがユーザ網 6 を経由するアドレスではない場合、そのアドレス解決情報をフレーム送信宛先変更通知部 28 へ送出する。

#### 【0037】

フレーム送信宛先変更通知部 28 は、送信元フレームアドレス抽出部 25 から下位レイヤ送信元アドレスを、アドレス解決情報抽出部 27 からアドレス解決情報に含まれる下位レイヤ宛先アドレスをそれぞれ受信すると、通過パケットカウンタ部 28a において、当該下位レイヤ送信元アドレスと当該下位レイヤ宛先アドレスとの対（下位レイヤアドレス対）を有する下位レイヤフレームを何度受信したかカウントする。所定時間内に所定回数、例えば 60 秒以内に 1000 回以上任意の下位レイヤアドレス対をカウントすると、フレーム送信宛先変更通知部 28 は、その任意の下位レイヤアドレス対をモニタリングテーブルエントリ情報通知部 29 に通知するとともに、その任意の下位アドレス対の下位レイヤ宛先アドレスの元となるアドレス解決情報からフレーム送信宛先変更通知フレームのペイロードを生成し、その任意の下位レイヤアドレス対の下位レイヤ送信元アドレスからフレーム送信宛先変更通知フレームのヘッダを生成する。この生成したフレーム送信宛先変更通知フレームは、送信フレーム処理部 24 に送出される。

#### 【0038】

また、モニタリングテーブルエントリ情報通知部 29 は、フレーム送信宛先変更通知部 28 から下位レイヤアドレス対を通知されると、予め設定されている特定のフレーム転送装置 3 の通過フレームカウンタ処理部 34 に対して、当該下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの通過回数をカウントするモニタリングエントリの追加を指示する SNMP 設定要求を生成する。この生成した SNMP 設定要求は、送信フレーム処理部 24 に送出される。

#### 【0039】

送信フレーム処理部 24 は、フレーム送信宛先変更通知部 28 からフレーム送信宛先変更通知フレームを受信すると、このフレームを前のホップのパケット転送装置 2 へ送出する。また、送信フレーム処理部 24 は、モニタリングテーブルエントリ情報通知部 29 から SNMP 設定要求を受信すると、この SNMP 設定要求を特定のフレーム転送装置 3 へ宛てて送出する。

**【0040】**

これにより、パケット転送装置2は、カウント値が予め決められたしきい値を超えた下位レイヤアドレス対を、予め決められたフレーム転送装置3に通知することが可能となり、フレーム転送装置3がカウントすべき下位レイヤアドレス対を必要最低限に抑制することが可能となる。

また、パケット転送装置2は、受信した上位レイヤパケットのフォワーディング処理を行うとともに、次のホップのパケット転送装置のアドレス解決情報を前ホップのパケット転送装置に通知することも可能となる。

**【0041】**

次に、フォワーディングテーブル更新動作について説明する。

受信フレーム処理部21は、フレーム送信宛先変更通知フレームを受信すると、このフレームのペイロードをフレーム送信宛先変更処理部26に送出する。

フレーム送信宛先変更処理部26は、受信フレーム処理部21からフレーム送信宛先変更通知フレームのペイロードを受信すると、このペイロードからアドレス解決情報を抽出し、フォワーディングテーブル処理部23へ送出する。

フォワーディングテーブル処理部23は、フレーム送信宛先変更処理部26からアドレス解決情報を受信すると、これをフォワーディングテーブル23aに登録する。

**【0042】**

これにより、本実施の形態にかかるパケット転送装置2は、アドレス解決情報が通知されると、通知された情報をフォワーディングテーブル23aに登録するので、これ以後の同一宛先への上位レイヤパケットを転送品質を向上させるより適した経路で送信することが可能となる。

**【0043】**

次に、本実施の形態にかかるフレーム転送装置3の動作について説明する。

フレーム転送装置3の動作を大別すると、モニタリングテーブル更新動作、フレーム転送動作および通過フレームカウント動作に分けられる。それぞれについて以下に説明する。

**【0044】**

まず、モニタリングテーブル更新動作について説明する。

外部装置接続処理部35は、パケット転送装置2から任意の下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの通過回数をカウントするモニタリングエントリの追加を指示するSNMP設定要求を受信すると、通過フレームカウント処理部34が有するモニタリングテーブル34aに当該下位レイヤアドレス対のモニタリングテーブルエントリを追加登録する。

**【0045】**

次に、フレーム転送動作について説明する。

下位レイヤアドレス抽出部31は、前のホップのフレーム転送装置2から下位レイヤフレームを受信すると、このフレームのヘッダから下位レイヤ送信元アドレスおよび下位レイヤ宛先アドレスを抽出し、抽出した下位レイヤアドレス対を通過フレーム数カウント処理部32に通知するとともに、下位レイヤフレームをフォワーディング処理部29へ送出する。

フォワーディング処理部32は、下位レイヤアドレス抽出部28から受信した下位レイヤフレームから下位レイヤ宛先アドレスを抽出し、この下位レイヤ宛先アドレスに対応する当該下位レイヤフレームを転送すべき次のホップのフレーム転送装置2のアドレスを、フレーム転送テーブル32aを参照して検出する。この検出結果は、下位レイヤフレームとともに送信フレーム処理部33へ送出される。

送信フレーム処理部33は、フォワーディング処理部32から受信した下位レイヤフレームを、同時に受信した次のホップのフレーム転送装置2のアドレスに宛てて送出する。

**【0046】**

次に、通過フレームカウント動作について説明する。

通過フレームカウント処理部 34 は、下位レイヤアドレス抽出部 31 から下位レイヤアドレス対を受信すると、このアドレス対に対応するモニタリングエントリをモニタリングテーブル 34 a から検索し、このモニタリングテーブル 34 a の当該下位レイヤアドレス対に対応するモニタリングエントリのカウンタを 1 単位加算する。

また、モニタリングテーブル 34 a においてカウンタの値が例えば 4000 万を超えたモニタリングエントリは、このモニタリングエントリに対応するアドレス対のフレーム通過カウント数がしきい値を超えたことを示す通知を、外部装置接続処理部 35 に送出する。

その通知を受信すると、外部装置接続処理部 34 は、フレーム通過カウント数がしきい値を超えた下位レイヤアドレス対をネットワーク制御サーバ 4 に通知するための SNMP イベント通知を生成し、ネットワーク制御サーバ 4 に送出する。

なお、通過フレームカウント処理部 34 は、モニタリングテーブル 34 a において、所定時間を計測するタイマが 0 になると、全てのエントリのカウンタを 0 にリセットするが、このリセット直前のカウンタ値が 0 である下位レイヤアドレス対のエントリを、モニタリングテーブル 34 a から削除する。

#### 【0047】

以上の動作により、フレーム転送装置 3 は、パケット転送装置 2 によりモニタリングテーブル 34 a のエントリの追加や削除を行われることが可能となる。

また、一定時間通信が確認されなかった下位レイヤアドレス対のモニタリングエントリをモニタリングテーブル 34 a から削除することが可能となる。これにより、フレーム転送装置 3 は、必要最低限のモニタリングエントリのみ保有することが可能となる。

また、下位レイヤフレームの転送頻度がしきい値以上の下位レイヤアドレス対をネットワーク制御サーバに通知することが可能となる。

#### 【0048】

次に、本実施の形態にかかるネットワーク制御サーバ 4 の動作について説明する。

外部装置制御処理部 41 は、フレーム転送装置 3 から SNMP イベント通知を受信すると、フレーム転送装置 3 において転送頻度がしきい値所定の値以上となっている下位レイヤアドレス対を SNMP イベント通知から抽出し、トラヒック情報収集部 42 へ送出する。

#### 【0049】

トラヒック情報収集部 42 は、フレーム転送装置 3 における転送頻度がしきい値以上となった下位レイヤアドレス対を記憶し、各パケット転送装置 2 および各フレーム転送装置 3 に宛てて SNMP 参照要求を送出し、各パケット転送装置 2 および各フレーム転送装置 3 から返信される SNMP 参照応答から各パケット転送装置 2 のフォワーディングテーブル 23 a 並びに各フレーム転送装置 3 のフレーム転送テーブル 32 a およびモニタリングテーブル 34 a に関する情報を収集し、これらの情報（トラヒック情報）を記憶するとともに経路最適化計算処理部 43 に送出する。

#### 【0050】

経路最適化計算処理部 43 は、トラヒック情報収集部 42 からトラヒック情報を受信すると、このトラヒック情報に基づいて転送経路を最適化するための計算を行い、この計算により得られた経路を経路情報変更通知部 44 へ送出する。

#### 【0051】

経路情報変更通知部 44 は、経路最適化計算処理部 43 から転送経路を最適にする経路に関する情報を受信すると、変更前の経路上に存在するパケット転送装置 2 に対して、フォワーディングテーブル 23 a に登録されているその変更前の経路に該当するエントリを削除する通知を、変更前の経路上に存在するフレーム転送装置 3 に対して、通過フレームカウント処理部 34 のモニタリングテーブル 34 a に登録されているその変更前の経路に該当するエントリを削除する通知をそれぞれ生成し、外部装置制御処理部 41 に送出する。

#### 【0052】



また、経路情報変更通知部 44 は、経路最適化計算処理部 43 により計算された経路上に存在する特定の packets 転送装置 2 およびフレーム転送装置 3 に対して、フォワーディングテーブル 23a およびフレーム転送テーブル 32a に、転送経路を最適にする経路のエントリ、任意の下位レイヤ宛先アドレスに対応する出力リンクを、転送経路を最適にする出力リンクに書き換える通知を生成し、外部装置制御処理部 41 に送出する。

また、経路情報変更通知部 44 は、経路最適化計算処理部 43 により計算された経路上に存在する特定のフレーム転送装置 3 に対して、モニタリングテーブル 34a に、その計算結果に該当する下位レイヤアドレスに対応するモニタリングエントリを追加する通知を生成し、外部装置制御処理部 41 に送出する。

#### 【0053】

外部装置制御処理部 41 は、経路情報変更通知部 44 から受信した各通知を SNMP 設定要求に変換し、各 packets 転送装置 2 および各フレーム転送装置 3 へ送出する。

#### 【0054】

以上の動作により、本実施の形態にかかるネットワーク制御サーバ 4 は、下位レイヤフレームの転送経路を最適化することが可能となる。

#### 【0055】

次に、図 5 を参照して、本実施の形態にかかる packets 通信ネットワークシステムの動作の具体例について説明する。図 5 は、本実施の形態にかかる packets 通信ネットワークシステム 1 の動作の具体例を示す図である。

packets 転送装置 2a~2e は、それぞれ特定の上位レイヤアドレス IP#9~13 および下位レイヤアドレス CORE#1~5 を有し、それぞれリンク 101~110 により特定の下位レイヤアドレス CORE#6, 7 を有するフレーム転送装置 3a, 3b に接続されている。また、packets 転送装置 2a~2e は、リンク 111~118 により、それぞれ特定の上位レイヤアドレス IP#1~8 を有する特定の端末装置 5a~5h と接続されている。このような packets 転送装置 2a~2e およびフレーム転送装置 3a, 3b は、それぞれリンク 121~127 を介してネットワーク制御サーバ 4 に接続されている。

ここで、リンク 111~118 は、図 1 におけるユーザ網 6a~6d に相当する。

#### 【0056】

まず、上述したような packets 通信ネットワークシステム 1 において、上位レイヤアドレス IP#1 を有する端末 5a と、上位レイヤアドレス IP#5 を有する端末 5e との間で通信を開始すると、端末 5a から packets 転送装置 2a、フレーム転送装置 3a、packets 転送装置 2e および packets 転送装置 2c を経由して、端末 5e に下位レイヤフレームが転送される場合を例に説明する。

#### 【0057】

packets 転送装置 2a は、上位レイヤ宛先アドレスが IP#5、上位レイヤ送信元アドレスが IP#1 の上位レイヤ packets をペイロードに持つ下位レイヤフレームを端末 5a から受信すると、その上位レイヤ宛先アドレス IP#5 と、フォワーディングテーブル処理部 23 のフォワーディングテーブル 23a とから、上位レイヤ宛先アドレス IP#5 を転送すべき packets 転送装置 2 の下位レイヤ宛先アドレスおよび出力リンクを検出する。ここで、転送すべき packets 転送装置 2 の下位レイヤ宛先アドレスが CORE#5、出力リンクがリンク 101 と検出されると、packets 転送装置 2 は、下位レイヤ送信元アドレスを packets 転送装置 2a の下位レイヤアドレス CORE#1 とし、受信した下位レイヤフレームを送信フレーム処理部 24 により再カプセル化した下位レイヤフレームを、リンク 101 に送出する。

このとき、packets 転送装置 2a は、受信した下位レイヤフレームの送信元アドレスがユーザ網を経由するアドレスであるため、送信元フレームアドレス抽出部 25 により、その下位レイヤフレームのヘッダに関する情報を廃棄する。これにより、packets 転送装置 2a は、その下位レイヤフレームに関する通過フレーム数のカウントを行わない。

#### 【0058】

packets 転送装置 2a からリンク 101 を経由して下位レイヤフレームを受信したフレ

ーム転送装置3aは、その下位レイヤフレームの下位レイヤ宛先アドレスCORE#5と、フォワーディング処理部32のフレーム転送テーブル32aとに基づいて、受信した下位レイヤフレームを送出すべきリンクを検索する。この検索の結果、リンク109が検出されると、フレーム転送装置3aは、パケット転送装置2aから受信した下位レイヤフレームを、そのリンク109に送出する。なお、この時点では、フレーム転送装置3aは、その下位レイヤフレームに関するモニタリングを行わない。

**【0059】**

パケット転送装置2eは、リンク109を介してフレーム転送装置3aから下位レイヤフレームを受信すると、受信フレーム処理部21により受信した下位レイヤフレームのペイロードをパケット処理部22へ、また、受信した下位レイヤフレームのヘッダを送信元フレームアドレス抽出部25へそれぞれ送出する。

**【0060】**

パケット転送装置2eのパケット処理部22では、下位レイヤフレームのペイロード、すなわち上位レイヤパケットから上位レイヤ宛先アドレスIP#5を抽出し、この上位レイヤ宛先アドレスIP#5と、フォワーディングテーブル処理部23のフォワーディングテーブル23aを参照して、上位レイヤ宛先アドレスIP#5を転送すべきパケット転送装置の下位レイヤ宛先アドレスを検索する。検索の結果、転送すべきパケット転送装置の下位レイヤ宛先アドレスがCORE#3、出力すべきリンクがリンク103と検出されると、パケット転送装置2eは、下位レイヤ送信元アドレスをパケット転送装置2eの下位レイヤアドレスCORE#5とし、送信フレーム処理部24で再カプセル化した下位レイヤフレームを、リンク109およびフレーム転送装置3aを介して、リンク103へ送出する。

**【0061】**

このとき、パケット転送装置2eの送信元フレームアドレス抽出部25は、受信フレーム処理部21から下位レイヤフレームのヘッダを受信すると、このヘッダから下位レイヤ送信元アドレスCORE#1を抽出し、フレーム送信宛先変更通知部28へ送出する。また、アドレス解決情報抽出部27は、フォワーディングテーブル処理部23から解決情報として下位レイヤ宛先アドレスCORE#3を受信すると、この受信した情報をフレーム送信宛先変更通知部28へ送出する。

フレーム送信宛先変更通知部28は、送信元フレームアドレス抽出部25から下位レイヤ送信元アドレスCORE#1と、アドレス解決情報抽出部27から下位レイヤ宛先アドレスCORE#3とを受信すると、通過パケットカウント部28aにおいて、下位レイヤ送信元アドレスCORE#1と下位レイヤアドレスCORE#3とからなるアドレス対に対応するパケットの通過カウントを1単位加算する。

**【0062】**

パケット転送装置2cは、パケット転送装置2eから下位レイヤフレームを受信すると、受信した下位レイヤフレームのペイロードをパケット処理部22へ、また、受信した下位レイヤフレームのヘッダを送信元フレームアドレス抽出部25へそれぞれ送出する。

**【0063】**

パケット処理部22は、下位レイヤフレームのペイロード、すなわち上位レイヤパケットから上位レイヤ宛先アドレスIP#5を抽出し、この上位レイヤ宛先アドレスIP#5と、フォワーディングテーブル処理部23のフォワーディングテーブル23aを参照し、上位レイヤ宛先アドレスIP#5を転送すべき端末の下位レイヤ宛先アドレスを検索する。検索の結果、転送すべき端末の下位レイヤ宛先アドレスがUSER#2、出力すべきリンクがリンク115と検出されると、パケット転送装置2cは、下位レイヤ送信元アドレスをパケット転送装置2cの下位レイヤアドレスCORE#3とし、送信フレーム処理部24で再カプセル化した下位レイヤフレームを、リンク115へ送出する。

**【0064】**

ここで、アドレス解決情報抽出部27は、送出する下位レイヤフレームの下位レイヤ宛先アドレス、すなわちフォワーディングテーブル処理部23が検出した下位レイヤ宛先ア



ドレスがユーザ網を経由するアドレスであるため、その下位レイヤ宛先アドレスをフレーム送信宛先変更通知部 28 へ通知しない。これにより、パケット転送装置 2c は、その下位レイヤフレームに関する通過フレーム数カウントを行わない。

**【0065】**

このような手順により、上位レイヤアドレス IP # 1 を有する端末 5a から送出された下位レイヤフレームは、上位レイヤアドレス IP # 5 を有する端末 5e に転送される。

**【0066】**

次に、上述した場合において、上位レイヤアドレス IP # 1 を有する端末 5a と、上位レイヤアドレス IP # 5 を有する端末 5e との間の通信が、所定時間内に所定のしきい値以上繰り返された場合のパケット通信ネットワークシステムの動作について説明する。

**【0067】**

パケット転送装置 2e のフレーム送信宛先変更通知部 28 の通過パケットカウンタ部 28a において、下位レイヤアドレス対として CORE # 1 および CORE # 3 に対応するエントリのタイマが 0 になる前にカウンタ値が 1000 を超えると、フレーム送信宛先変更通知部 28 は、モニタリングテーブルエントリ情報通知部 29 に CORE # 1 および CORE # 3 の下位レイヤアドレス対を通知する。

また、フレーム送信宛先変更通知部 28 は、上位レイヤ宛先アドレス IP # 5 およびこの上位レイヤ宛先アドレス IP # 5 に対応する下位レイヤ宛先アドレス CORE # 3 を含むアドレス解決情報からなるペイロードと、下位レイヤ送信元アドレス CORE # 1 を下位レイヤ宛先アドレスとしたヘッダとから構成されるフレーム送信宛先通知フレームを生成し、送信フレーム処理部 24 へ送出する。

送信フレーム処理部 24 は、受信したフレーム送信宛先通知フレームを、下位レイヤアドレスが CORE # 1 であるパケット転送装置 2a に宛てて送出する。

**【0068】**

モニタリングテーブルエントリ情報通知部 29 は、CORE # 1 および CORE # 5 の下位レイヤアドレス対を受信すると、予め設定されているフレーム転送装置 (3a) の通過フレーム数カウンタ処理部 34 のモニタリングテーブル 34a に対して、当該下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの通過回数をカウントするカウンタおよび所定時間、例えば 600 秒ごとにカウンタ値をリセットするタイマを有するモニタリングエントリとを追加することを指示する SNMP 設定要求を生成し、送信フレーム処理部 24 へ送出する。

送信フレーム処理部 24 は、モニタリングテーブルエントリ情報通知部 29 から SNMP 設定要求を受信すると、パケット転送装置 2e とフレーム転送装置 3a とを接続するリンクであるリンク 109 に出力する。

**【0069】**

フレーム転送装置 3a は、外部装置接続処理部 35 が SNMP 設定要求を受信すると、この SNMP 設定要求に基づいて、通過フレーム数カウンタ処理部 34 のモニタリングテーブル 34a に、CORE # 1 と CORE # 3 の下位レイヤアドレス対に対応するモニタリングエントリを追加登録する。

**【0070】**

一方、パケット転送装置 2a の受信フレーム処理部 21 は、パケット転送装置 2c からフレーム送信宛先変更通知フレームを受信すると、このフレームのペイロードをフレーム送信宛先変更処理部 26 へ送出する。

フレーム送信宛先変更処理部 26 は、フレーム送信宛先変更通知フレームのペイロードを受信すると、このペイロードからアドレス解決情報、すなわち上位レイヤ宛先アドレス IP # 5 およびこの上位レイヤ宛先アドレス IP # 5 に対応した下位レイヤ宛先アドレス CORE # 3 とを抽出し、フォワーディングテーブル処理部 23 へ送出する。

**【0071】**

フォワーディングテーブル処理部 23 は、上位レイヤ宛先アドレス IP # 5 および下位レイヤ宛先アドレス CORE # 3 を受信すると、これらに基づいてフォワーディングテー

ブル 23 a を書き換える。すなわち、これまでフォワーディングテーブル 23 a には、上位レイヤ宛先アドレス IP # 5 に対応する下位レイヤ宛先アドレスとして CORE # 5 が登録されていたが、フレーム送信宛先変更通知フレームにより、フォワーディングテーブル 23 a の上位レイヤ宛先アドレス IP # 5 に対応する下位レイヤ宛先アドレスを CORE # 3 と書き換える。

この処理以降、パケット転送装置 2 a は、上位レイヤ宛先アドレスが IP # 5 に対応する下位レイヤフレームを、パケット転送装置 2 e 経由ではなく、パケット転送装置 2 c へ直接送出する。

また、上記処理以降、パケット転送装置 2 a とパケット転送装置 2 c とを中継するフレーム転送装置 3 a では、CORE # 1 と CORE # 3 からなる下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの通過回数のカウントを開始する。

#### 【0072】

ここで、フレーム転送装置 3 a の通過フレームカウント処理部 34 のモニタリングテーブル 34 a において、任意のエントリのタイマが 0 となった際にカウンタが 0 であった場合、通過フレームカウント処理部 34 a は、その任意のエントリをモニタリングテーブル 34 a から削除する。また、任意のエントリのタイマが 0 となった際にカウンタが 4000 万以下の場合、フレームカウント処理部 34 は、その任意のエントリのカウンタを 0 にリセットし、再び通過フレーム数をカウントする。

#### 【0073】

また、例えば、CORE # 1 と CORE # 3 の下位レイヤアドレス対に対応するエントリのカウンタが、タイマが 0 となる前に 4000 万を超えたとする。この場合、フレーム転送装置 3 の通過フレームカウント処理部 34 は、CORE # 1 と CORE # 3 の下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの通過回数がしきい値を超えたという通知を、外部装置接続処理部 35 へ送出する。

その通知を受信した外部装置接続処理部 35 は、CORE # 1 と CORE # 3 の下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの通過回数がしきい値を超えたという SNMP イベント通知を生成し、ネットワーク制御サーバ 4 に対して送出する。

#### 【0074】

ネットワーク制御サーバ 4 は、フレーム転送装置 3 から SNMP イベント通知を受信すると、この SNMP イベント通知から下位レイヤアドレス CORE # 1 および CORE # 3 を抽出し、これらの情報を記憶するとともに、各フレーム転送装置 3 に SNMP 参照要求を送信し、各フレーム転送装置 3 から返信される SNMP 参照応答から、各フレーム転送装置 3 のフォワーディングテーブル 23 a および通過フレームカウント処理部 34 の情報を収集し、パケット通信ネットワークシステム 1 全体の転送経路およびトラヒック収容を最適化するための計算を実行する。これにより、例えば、CORE # 1 と CORE # 3 間の経路をフレーム転送装置 3 a 経由からフレーム転送装置 3 b 経由に変更するという計算結果が得られた場合は、リンク 121 を経由してパケット転送装置 2 a に対して、パケット転送装置 2 a のフォワーディングテーブル処理部 23 のフォワーディングテーブル 23 a における下位レイヤ宛先アドレス CORE # 3 に対応する出力リンクをリンク 101 からリンク 105 に書き換えるための SNMP 設定要求を送信する。

また、リンク 123 を経由してフレーム転送装置 3 a に対して、フレーム転送装置 3 a の通過フレームカウント処理部 34 のモニタリングテーブル 34 a に登録されている CORE # 1 と CORE # 3 の下位レイヤアドレス対に対応するエントリを削除するための SNMP 設定要求を送信する。

さらに、リンク 125 を経由してフレーム転送装置 3 b に宛てて、フレーム転送装置 3 b の通過フレームカウント処理部 34 のモニタリングテーブル 34 a に、CORE # 1 および CORE # 3 の下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの通過回数をカウントするカウンタおよび 600 秒ごとにカウント値をリセットするタイマから構成されるモニタリングエントリを追加するための SNMP 設定要求と、フォワーディングテーブル処理部 32 のフレーム転送テーブル 32 a に、下位レイヤ宛先アドレス CORE # 3 に

対応する下位レイヤフレームの出力リンクをリンク 107 と設定したエントリを追加するための SNMP 設定要求とを生成し、送出する。

#### 【0075】

パケット転送装置 2 a は、ネットワーク制御サーバ 4 から SNMP 設定要求を受信すると、フォワーディングテーブル処理部 23 のフォワーディングテーブル 23 a に登録された下位レイヤ宛先アドレス CORE # 3 に対応する出力リンクを、リンク 101 からリンク 105 に書き換え、SNMP 設定応答をネットワーク制御サーバ 4 へ送出する。

フレーム転送装置 3 a は、ネットワーク制御サーバ 4 から SNMP 設定要求を受信すると、通過フレームカウント処理部 34 のモニタリングテーブル 34 a に登録された CORE # 1 と CORE # 3 の下位レイヤアドレス対に対応するエントリを削除し、SNMP 設定応答をネットワーク制御サーバ 4 へ送出する。

#### 【0076】

フレーム転送装置 3 b は、ネットワーク制御サーバ 4 から SNMP 設定要求を受信すると、通過フレームカウント処理部 34 のモニタリングテーブル 34 a に、CORE # 1 および CORE # 3 の下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの通過回数をカウントするカウンタおよび 600 秒ごとにカウント値をリセットするタイマからなるモニタリングエントリを追加登録し、SNMP 設定応答をネットワーク制御サーバ 4 へ送信する。

また、フォワーディングテーブル処理部 32 のフレーム転送テーブル 32 a に、下位レイヤ宛先アドレス CORE # 3 に対応する下位レイヤフレームの出力リンクを、リンク 107 と設定したエントリを追加登録し、SNMP 設定応答をネットワーク制御サーバ 4 へ送信する。

#### 【0077】

これにより、CORE # 1 と CORE # 3 との間の経路は、フレーム転送装置 3 a 経由の経路からフレーム転送装置 3 b 経由の経路へと変更される。

#### 【0078】

以上の動作により、本実施の形態にかかるパケット通信ネットワークシステムでは、パケット転送装置 2 が、上位レイヤの転送頻度がしきい値以上の下位レイヤアドレス対を特定してフレーム転送装置に通知するとともに、当該下位レイヤ送信元アドレスに該当するパケット転送装置と、そのパケット転送装置へ通知した下位レイヤ宛先アドレスに該当するパケット転送装置との間で、直接パケットを転送させることが可能となる。また、フレーム転送装置 3 は、必要最低限のモニタリングエントリのみを有するとともに、下位レイヤフレーム転送頻度がしきい値以上の下位レイヤアドレス対をネットワーク制御サーバに通知することが可能となる。また、ネットワーク制御サーバ 4 は、下位レイヤアドレス対に該当する下位レイヤフレームの転送頻度をカウントするテーブルのエントリの追加および削除を行うとともに、パケット転送装置 2 間の下位レイヤフレームの転送頻度に応じて転送経路を切り替えることが可能となる。これらの結果、トラヒックエンジニアリングの効率を向上させることが可能となる。

#### 【0079】

なお、上述したパケット転送装置 2、フレーム転送装置 3、ネットワーク制御サーバ 4 および端末 5 は、コンピュータで実現することができる。このコンピュータは、CPU と ROM (Read Only Memory) と、RAM (Random Access Memory) と、フレキシブルディスク装置等の補助記憶装置と、ハードディスク装置等の大容量の外部記憶装置と、リンクとの間のインタフェース装置といった構成を有している。

#### 【0080】

コンピュータをパケット転送装置 2、フレーム転送装置 3、ネットワーク制御サーバ 4 として機能させるためのプログラムは、フレキシブルディスク、CD-ROM、メモリーカード等の記憶媒体に記憶された状態で提供される。この記憶媒体をコンピュータの補助記憶装置に挿入すると、媒体に記憶されたプログラムが読み取られる。そして、CPU は、読み込んだプログラムを RAM あるいは外部記憶装置に書き込み、このプログラムに従

って上記実施の形態で説明したような処理を実行し、各種機能が実施される。

【0081】

また、パケット転送装置2、フレーム転送装置3、ネットワーク制御サーバ4および端末5を接続する回線、すなわちユーザ網6、リンク101～118およびリンク121～127等は、光ケーブル等の高速回線のみならず各種回線を使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】本実施の形態にかかるパケット通信ネットワークシステムの構成を示す図である。

【図2】本実施の形態にかかるパケット転送装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本実施の形態にかかるフレーム転送装置の構成を示すブロック図である。

【図4】本実施の形態にかかるネットワーク制御サーバの構成を示すブロック図である。

【図5】本実施の形態にかかるパケット通信ネットワークシステムの具体例を示す図である。

【図6】本実施の形態のフォワーディングテーブル23aの具体例を示す図である。

【図7】本実施の形態の通過パケット数カウント処理部28aが有するテーブルの具体例を示す図である。

【図8】本実施の形態にかかるモニタリングテーブル34aの具体例を示す図である。

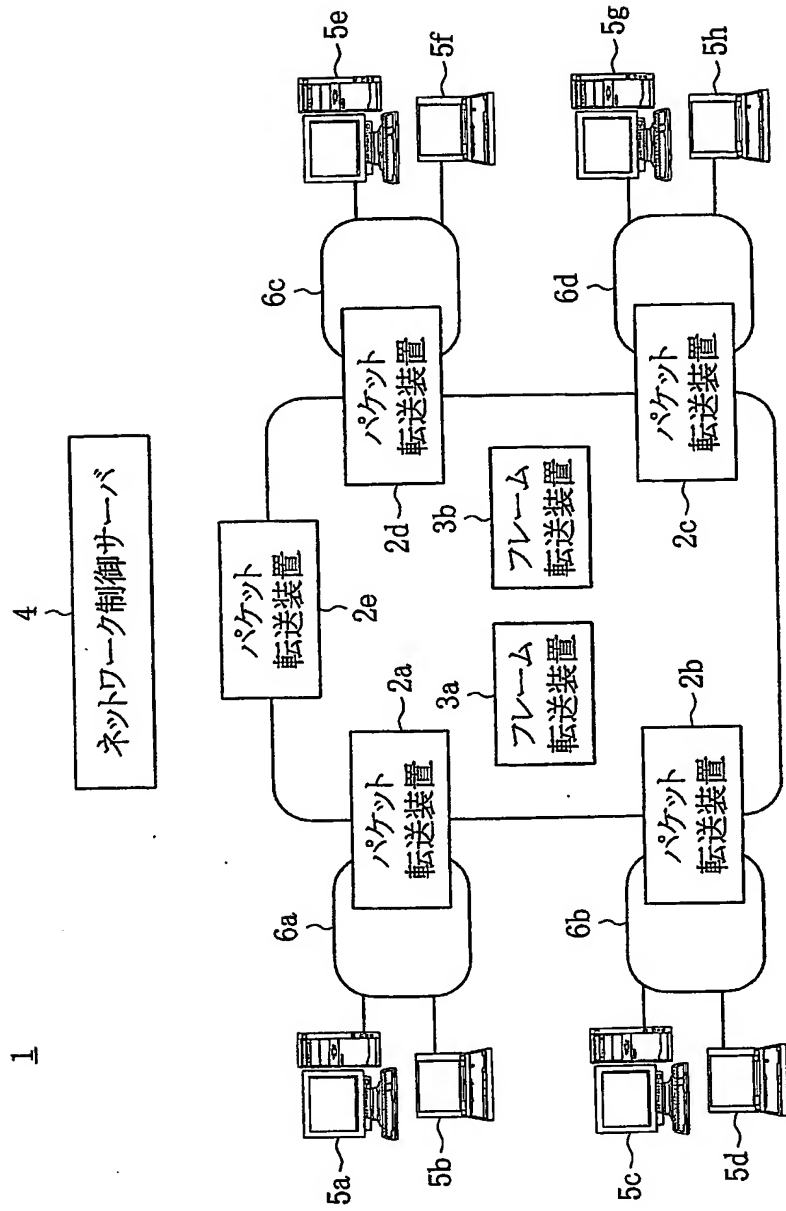
。

【符号の説明】

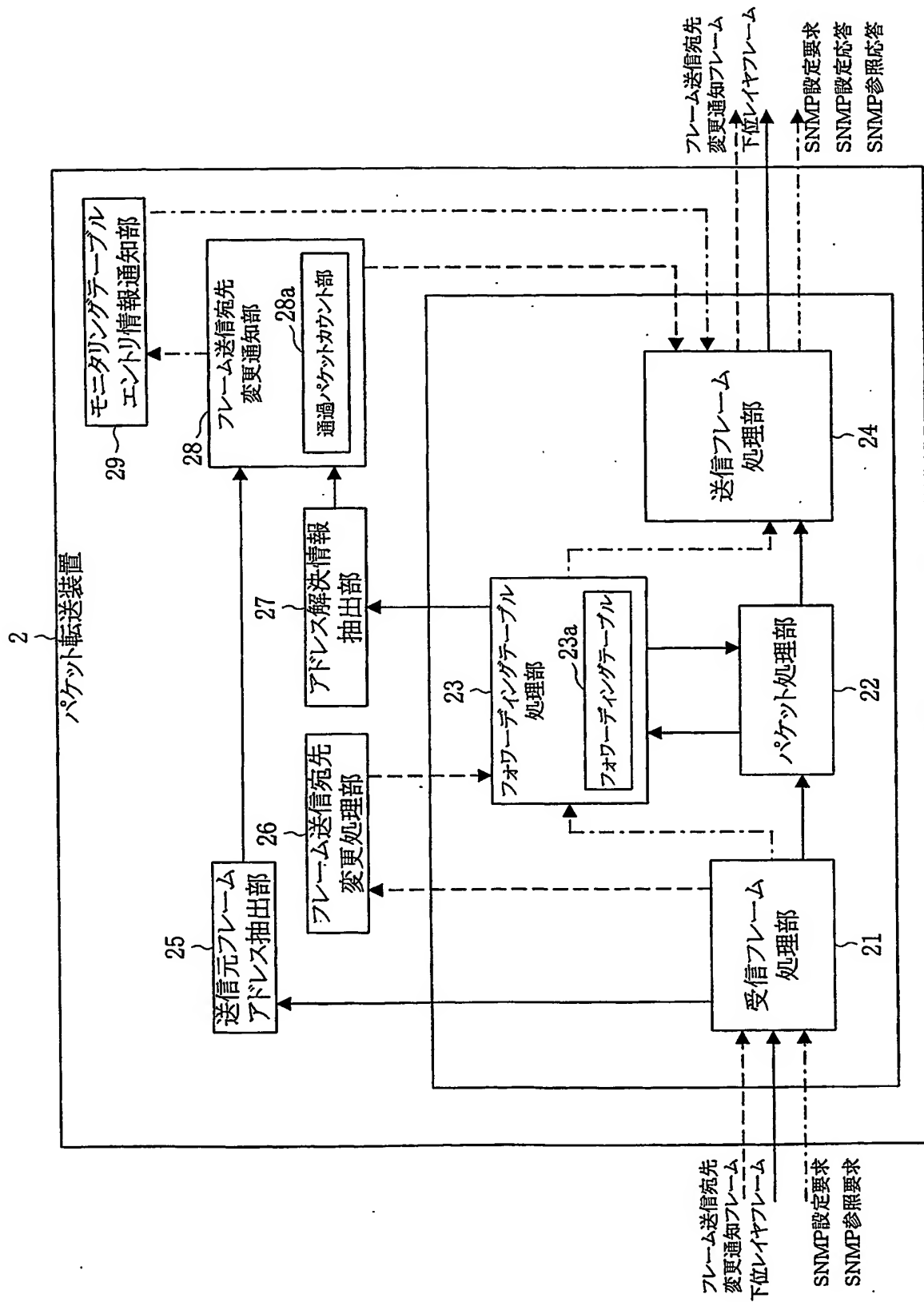
【0083】

1…パケット転送ネットワークシステム、2、2a～2e…パケット転送装置、3、3a、3b…フレーム転送装置、4…ネットワーク制御サーバ、5、5a～5h…端末、6a～6d…ユーザ網、21…受信フレーム処理部、22…パケット処理部、23…フォワーディングテーブル処理部、23a…フォワーディングテーブル、24…送信フレーム処理部、25…送信元アドレス抽出部、26…フレーム送信宛先変更処理部、27…アドレス解決情報抽出部、28…フレーム送信宛先変更通知部、28a…通過パケットカウント部、29…モニタリングテーブルエントリ情報通知部、31…下位レイヤアドレス抽出部、32…フォワーディング処理部、32a…フレーム転送テーブル、33…送信フレーム処理部、34…通過フレームカウント処理部、34a…モニタリングテーブル、35…外部装置接続処理部、41…外部装置制御処理部、42…トラヒック情報収集部、43…経路最適化計算処理部、44…経路情報変更通知部、101～118、121～127…リンク。

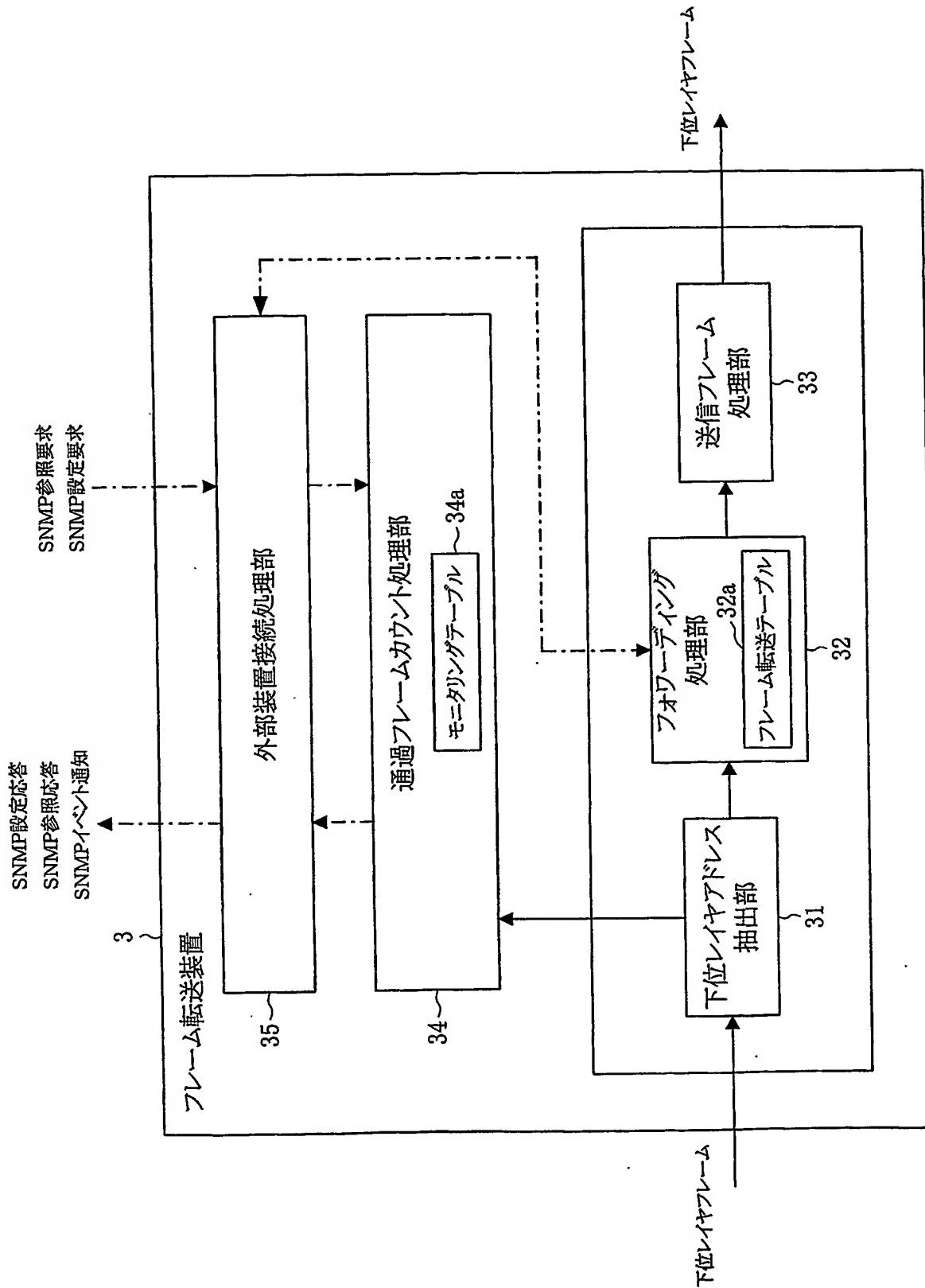
【書類名】 図面  
【図 1】



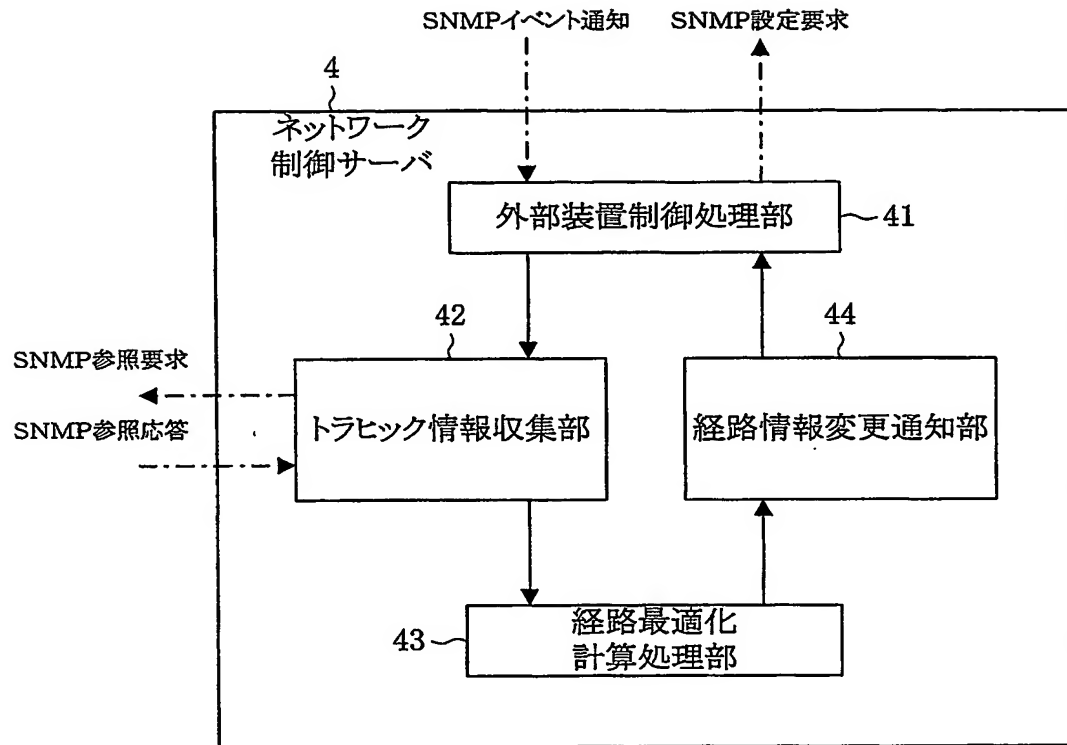
【図 2】



【図 3】

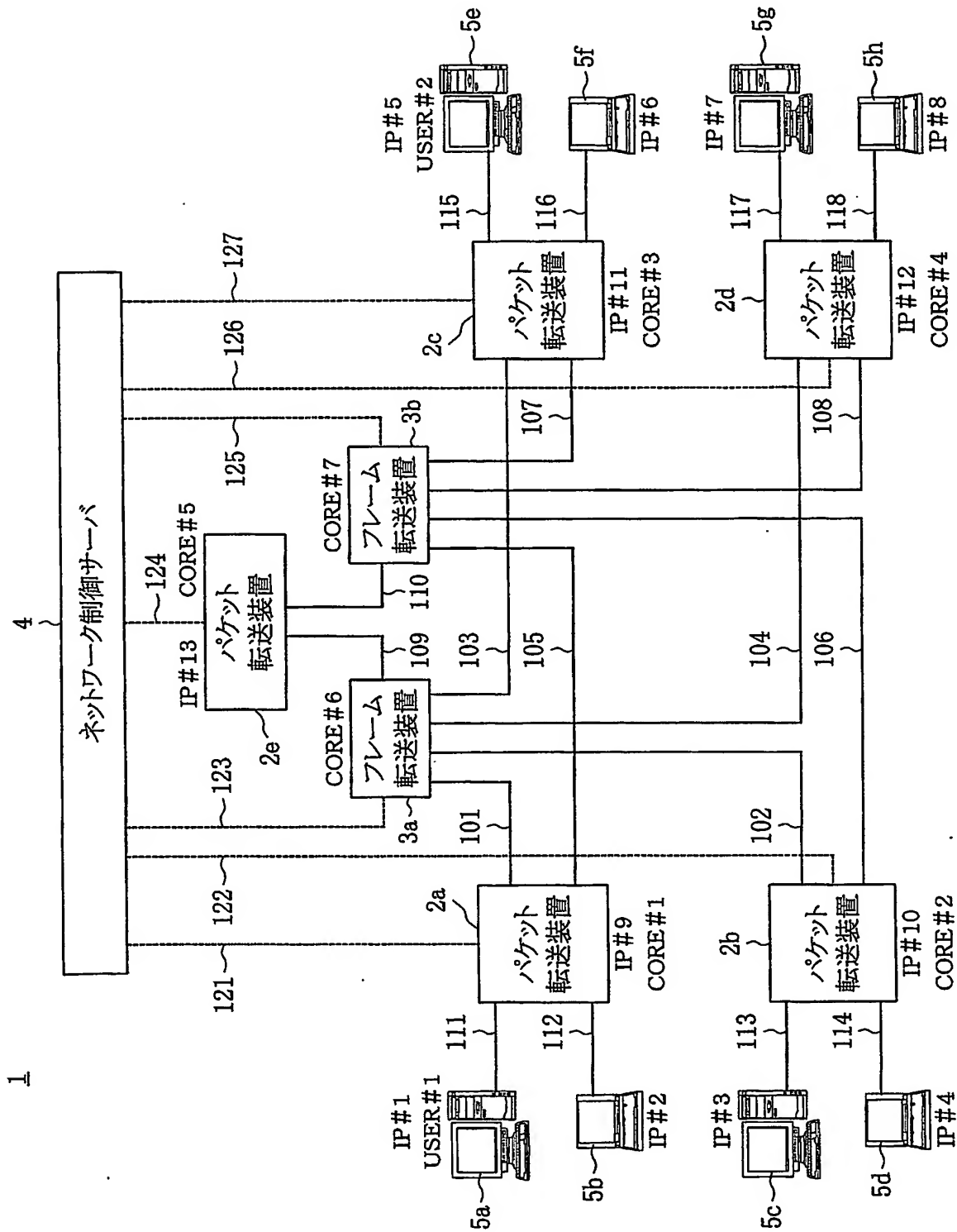


【図 4】





【図 5】



【図 6】

上位レイヤ 宛先アドレス	下位レイヤ 宛先アドレス	出力リンク
IP #5	CORE #3	リンク101
IP #8	CORE #4	リンク105
⋮	⋮	⋮

【図 7】

下位レイヤ 送信元アドレス	下位レイヤ 宛先アドレス	カウンタ	タイマ
CORE #1	CORE #3	1102	23
CORE #2	CORE #4	0	60
⋮	⋮	⋮	⋮

【図 8】

下位レイヤ 送信元アドレス	下位レイヤ 宛先アドレス	カウンタ	タイマ
CORE #1	CORE #3	444, 111, 102	102
CORE #2	CORE #3	0	600
⋮	⋮	⋮	⋮

**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** トラヒックエンジニアリングの効率を向上させることができるパケット通信ネットワークシステム、パケット転送装置、フレーム転送装置およびネットワーク制御サーバを提供する。

**【解決手段】** パケット転送装置 2 は、転送した下位レイヤフレームが有する下位レイヤアドレス対を所定回数以上カウントすると、その下位レイヤアドレス対をフレーム転送装置 3 に送出する。フレーム転送装置 3 は、その下位レイヤアドレス対を有する下位レイヤフレームの転送頻度をカウントする。

**【選択図】** 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 0 9 0 4 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**